

生态袋护坡技术在矿山边坡土地生态修复中的优化与实践

杨雪

安徽省亳州市涡阳县城乡规划服务中心

DOI:10.12238/eep.v8i8.2777

[摘要] 矿山开采活动给边坡生态环境造成了严重破坏,传统护坡技术很难做到工程稳定与生态改良这两点兼备。生态袋护坡技术属于一种较为新的生态工程手段,经由灵活的结构设计并加以植被恢复,给矿山边坡的修缮给予了一个有效的办法。本文论述了生态袋护坡技术在矿山边坡修复中具有重要的应用意义,从生态修复紧迫性、技术价值和可持续发展三个方面对生态袋护坡技术的重要作用进行了论述。根据目前存在的技术应用方面的问题,提出材料性能与结构设计、植被配置与土壤基质、边坡稳定性与排水系统三方面的优化方向。实践方面,创建了因地制宜的施工方案设计、生态袋铺置以及植被恢复同步执行、长时间监测并加以养护治理三者相融合的实践策略体系。

[关键词] 生态袋护坡; 矿山边坡; 生态修复; 技术优化; 实践策略

中图分类号: TD8 **文献标识码:** A

Optimization and Practice of Ecological Bag Slope Protection Technology in Ecological Restoration of Mine Slope Land

Xue Yang

Urban and Rural Planning Service Center of Guoyang County, Bozhou City, Anhui Province

[Abstract] Mining activities have caused severe damage to the slope ecological environment, while traditional slope protection techniques often struggle to simultaneously achieve both engineering stability and ecological improvement. The ecological bag slope protection technology is a relatively new ecological engineering method that, through flexible structural design and vegetation restoration, provides an effective solution for the remediation of mining slopes. This paper discusses the significant application value of ecological bag slope protection technology in mine slope restoration, elaborating on its importance from three aspects: the urgency of ecological restoration, technical value, and sustainable development. In light of existing issues in the application of the technology, optimization directions are proposed in three areas: material performance and structural design, vegetation configuration and soil substrate, as well as slope stability and drainage systems. In practice, a strategic framework has been established that integrates site-specific construction plan design, simultaneous execution of ecological bag installation and vegetation restoration, and long-term monitoring and maintenance management.

[Key words] ecological bag slope protection; Mine slope; Ecological restoration; Technical optimization; Practical Strategy

引言

矿产资源的开发在带动经济发展的同时,也对矿区的生态环境产生了影响,尤其是边坡开挖造成的裸露坡面是造成水土流失、诱发地质灾害的主要源头。传统的硬质护坡工程虽然能够确保边坡的稳定,但是无法实现植被恢复和生态功能的重建,与当下的生态文明建设理念背道而驰。生态袋护坡技术是生态工程和土木工程结合的一项新技术,用环保材料做成袋子,里面装上种苗、植物种子,然后堆砌起来,形成稳固的边坡保护,这样

既保证了边坡安全又能让植被很快恢复生长。此项技术投入应用之后,在矿山边坡修复方面有着不错的适应性和修复效果。不过,当它面对不同地质情况、气候环境和损坏程度的矿山边坡时,依然需要在材料选取、构造设计、植被配置等方面不断改进,还要建立一套比较完整的实际应用体系。

1 生态袋护坡技术在矿山边坡修复中的应用意义

1.1 矿山边坡生态修复的紧迫性与必要性分析

矿山开采活动使原有植被遭到全部破坏,边坡土壤结构变

得疏松,表层土体抵抗侵蚀的能力迅速降低,在降雨与风力的影响下,很容易产生水土流失现象。这不仅导致土地资源流失,还会污染周围水源地及农田环境,给矿区及其下游的生态安全带来隐患。同时,裸露边坡在重力和降雨渗透的影响下其稳定性不断降低,滑坡、崩塌等地质灾害的发生概率大大增加,严重威胁着矿区生产和周边群众的生命财产安全。从生态系统来看,边坡生态功能的丧失造成区域生物多样性急剧下降,导致生态链的断裂,打破原有生态平衡。随着国家对生态环境保护要求越来越高,矿山企业面临的环保压力和社会责任越来越大^[1]。

1.2 生态袋护坡技术的生态与经济价值分析

生态袋护坡技术在生态修复方面有着明显的优势。生态袋护坡是柔性结构,能够适应边坡的微小变形,不会像硬质结构那样出现开裂而导致修复失败。袋体材料具备透水透气性,给植物根系生长营造良好的环境条件,有利于植被快速建立并稳定发展。植被覆盖形成之后,根系同生态袋一道组成复合防护体系,可以有效地控制水土流失,改善边坡的微气候,进而慢慢恢复边坡的生态环境。技术实施过程中使用到的材料大多是可降解或者环保型材料,不会给土壤和水体带来二次污染,符合绿色发展的理念。从经济方面来说,生态袋护坡技术施工工艺比较简单,不需要专业的大型设备,降低了施工的成本和难度,材料来源广、价格低廉,远低于传统的混凝土护坡和浆砌石护坡的造价。技术应用产生的生态效益可以改善矿区的整体形象,有助于企业得到环保认证与政策扶持,产生间接的经济价值^[2]。

1.3 生态袋技术推动矿山可持续发展的作用

矿山可持续发展需要在开发资源时兼顾经济效益、生态保护与社会责任,而生态袋护坡技术的使用为这一目标提供了一条有效途径。技术实施会明显改善矿区的生态环境状况,减少由于环境问题引发的生产中断以及法律纠纷,保证矿山生产活动的连续性与稳定性。边坡生态修复结束以后,植被景观的出现改善了矿区的视觉环境,增强了企业的社会形象和大众认可度,为企业营造良好的发展环境。从长远看,生态修复降低了矿山闭坑后的环境整治费用,减轻了企业的历史遗留负担,为矿区土地资源的后续利用创造了条件。技术应用过程中所积累的经验与数据为矿山企业建立生态修复技术体系奠定基础,并提升了其环境管理能力和技术创新能力^[3]。

2 矿山边坡生态袋护坡技术的优化方向

2.1 生态袋材料性能及结构设计的优化研究

生态袋材料的选择直接关系到护坡系统的耐久性与生态修复效果,优化的方向应该集中在提高材料强度、透水性、抗老化性能以及环保特性上。矿山边坡复杂的地质条件和恶劣的环境因素,需开发高强度聚丙烯或聚酯纤维材料,提升生态袋抗拉强度、抗穿刺能力,在填装及堆叠过程不易破损,加固结构稳定性。材料的透水透气性能需要精确把控,既要让雨水能渗透到袋内的土壤中,为植物生长提供水分,又不能让土壤颗粒流失,可以通过改变纤维的疏密程度、孔眼大小来实现。在结构设计方面,生态袋的尺寸规格要根据边坡坡度、高度和土质情况进行调整。

在陡坡区域,应采用较小规格的生态袋以增强堆叠稳定性;在缓坡区域,则可使用较大尺寸的生态袋以加快施工速度。袋体形状可从传统的矩形变为梯形或异形等多种形状,从而增强袋体之间的咬合力和整体的抗滑力。

2.2 植被配置与土壤基质优化

植被选择是生态袋护坡技术成功的关键因素,要进行合理配置,就需要兼顾植物的生态适宜度、根系特性、生长速率以及景观效果。首选本土植物物种,这类植物对当地气候、土壤环境有较好的适应能力,成活率高,养护费用低,可以同周围自然植被连成一片。植物配置要符合乔灌木相结合的多层次结构,先锋草本植物迅速占据坡面,控制初期水土流失状况,灌木植物营造中间防护层,深根系乔木植物给予长期稳定的支撑,构建起立体化的植被防护体系。不同的植物根系深度和形态搭配可以充分利用土层空间,提高边坡土体整体抗剪强度和抗侵蚀能力。土壤基质的调配直接影响着植物的生长质量以及护坡系统是否能够长期稳定,要根据原生土的理化性质来科学调配。针对矿山边坡土壤贫瘠、板结,pH值异常等问题的出现,利用添加有机质、调理剂以及保水剂来改良土壤结构与肥力情况。有机质的加入可以提高土壤保水保肥的能力,改善土壤微生物环境,促进植物根系生长,但加入的比例需要适中,过大会使土壤变得过于疏松,不够稳定。

2.3 边坡稳定性及排水系统优化研究

边坡稳定性是生态袋护坡技术应用的首要保障,优化措施要从力学分析,结构加固以及监测预警等诸多层面着手。借助边坡稳定性数学模型,综合考量边坡坡度,土质参数,生态袋堆叠高度,植被根系加固作用等要素,精确算出不同工况下的安全系数,给生态袋护坡方案设计给予科学参照。对于高陡边坡或者地质情况复杂的地方,仅仅依靠生态袋堆积起来是不能达到稳定性的需求的,必须采用锚杆、抗滑桩这些工程手段去加固才行,生态袋护坡同传统工程措施结合起来,就形成了复合型防护结构。边坡分级处理,可以提升稳定性,把高边坡分解成许多级缓坡,缩减单级的坡高与坡度,削减滑动力,并且在各个平台设置生态袋护坡,增进安全性。排水系统设计的好坏对边坡的稳定起着至关重要的作用,雨水渗透使得土体饱和是造成滑坡的主要原因之一。在生态袋护坡中要有完善的排水设施,设置坡顶截水沟、坡面排水沟和坡脚排水系统等,及时排除地表径流,减少雨水对坡面的冲刷和下渗。

3 生态袋护坡技术在矿山边坡修复中的实践策略

3.1 生态袋施工方案的因地制宜设计

矿山边坡的地质条件、气候特征、破坏程度和修复目标各不相同,施工方案设计要符合实际情况,制订出有针对性的技术路线与实施计划。方案设计之前要执行细致的现场勘察,搜集有关边坡地形地貌,岩土性质,水文地质以及植被状况这些基本资料,借助地质钻探,取样分析,稳定性评价等办法,正确判定边坡当下状态及其存在的危险,从而给方案制定给予可信的依据。在此基础上,根据边坡坡度确定生态袋的堆放方式,缓坡可采用平

铺式堆放,陡坡要采用阶梯式或者错缝式堆放,并且采取锚固措施以增加稳定性。坡度较高边坡应分段施工,自下而上逐级进行,完成一段检验和稳定后再进行上部施工,保证施工安全和工程质量。气候因素对施工有影响,要选好施工时间,避开雨季和恶劣天气,降低降雨给边坡稳定和生态袋填满带来的不良后果。施工组织设计要充分考虑施工便道、材料堆放、设备配置等因素,优化施工流程,提升施工效率,削减工程成本。针对矿山仍在生产的边坡修复工程,施工方案要同采矿作业协调起来,不能互相干扰,保障生产安全和修复成果。

3.2 生态袋铺设与植被恢复协同作业

生态袋铺设与植被恢复是互为依存、并行推进的两个环节,实践中要构建一体化的实施机制,把工程措施同生物措施结合起来,做到边坡稳定和生态修复两不误。生态袋填充环节属于整个工程的基础部分,填充材料应当按照优化后的配比方案去混合,土壤与有机质以及种子都要均匀分布在其中,填充期间要控制装填的紧密程度,既需要让袋体充实饱满以符合结构强度的要求,又不可以过于密实而影响到土壤透气性以及种子萌发。植物种子的选择与处理,直接关乎植被建植效果,应先做发芽试验,保证发芽率后再使用,在使用之前要经过浸种,催芽等步骤来提升出苗速度和整齐程度。袋体堆叠施工时要依照设计要求开展,生态袋彼此之间需紧紧靠拢,袋子的长度方向要同坡面等高线方向垂直排列,每一层上面一层袋体的时候采用错缝的方式搭接,从而提升整个稳固性。堆叠时同步设置锚固设施,按照坡度和高度决定锚固点数量及深度,让生态袋同坡体牢固结合。植被恢复重点是营造适宜生长环境与科学养护管理,施工结束就要灌溉,推动种子萌发,开始时灌溉频次要多些,维持土壤潮湿,随着植物成长慢慢缩减浇水次数,培育植物根系向深处发展。按照植物的生长情况来施用肥料,开始的时候主要施用氮肥以推动营养生长,后期加大磷钾肥的比例,从而提升植物的抗逆性能以及根系固土的能力。

3.3 长期监测与维护管理机制的构建

生态袋护坡工程完成,并不代表修复工作就此结束,边坡系统在自然环境作用下会持续发生变化,构建起长期的监测与维护管理机制才是保证修复效果持久稳定的必要保障。监测体系涉及边坡稳定情况,生态袋结构状态,植被生长状况以及水土保

持成效等诸多方面,采用定时观测与持续监测相融合的形式,全方位掌握边坡动态变动情形。边坡的稳定监测也是重中之重,在一些重要的位置上设置位移监测点和倾斜仪等设备来实时对边坡的变形情况进行监测,如果出现异常的变形就要及时发出警报,然后马上进行加固,避免发生塌方事故。生态袋结构状态检查应着重关注袋体老化,破损,连接松动等状况,尤其是在暴雨,冻融这些极端天气过后更要执行专门检查,一旦发现有损坏就立刻进行修补或者更换,保证结构完整。植被监测包括覆盖度、生长势、物种组成等指标的定期调查,可以评估植被群落演替过程和生态功能发挥状况,针对植被退化地区分析原因并采取相应恢复措施。水土保持效果监测以设置径流小区、收集降雨径流与泥沙,定量衡量护坡系统水土保持效益为技术改进给予数据支撑。

4 结语

生态袋护坡技术属于矿山边坡生态改良的关键途径,在达成边坡稳定并完成生态恢复的双重目的时,具有独特的优越性及广泛的应用范围。经由系统整理技术应用意义,改良方向和实际操作策略,从而给矿山边坡修护给予了完备的技术架构和执行途径。技术要持续改进,就要针对材料研发、结构设计、植被配置这些方面展开深入探究,从而不断改进技术适应性并加强修复成效。实践应用中要遵照因地制宜、协同执行、长久管理的原则,把先进技术和科学管理融合起来,保证修复工程的质量和效益。未来要提升生态袋护坡技术的标准化程度,形成完善的技术标准和评价体系,促使该技术朝着规范化的方向发展并加以推广。

[参考文献]

- [1]吕欣键.柔性生态袋技术在山地边坡修复的应用[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2024(5)[2024-05-01].
- [2]胡智奇,廖志远,李明,等.生态护坡技术在矿山边坡防治中的应用[J].中国科技期刊数据库工业A,2025(2)[2025-3-05].
- [3]徐冬冬,王旭,吕晓建.高次团粒喷播技术在废弃矿山岩质边坡生态修复中的应用[J].绿色矿冶,2023,39(02):76-79.

作者简介:

杨雪(1987—),女,汉族,安徽涡阳人,在职研究生,研究方向:土地生态修复。